

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号  
特表2002-510400  
(P2002-510400A)

(43)公表日 平成14年4月2日(2002.4.2)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 2 B 6/12

識別記号

F I  
G 0 2 B 6/12

テマコード<sup>8</sup>(参考)  
N  
Z

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平10-549860  
(86) (22)出願日 平成10年4月29日(1998.4.29)  
(85)翻訳文提出日 平成11年11月10日(1999.11.10)  
(86)国際出願番号 PCT/EP98/02532  
(87)国際公開番号 WO98/53350  
(87)国際公開日 平成10年11月26日(1998.11.26)  
(31)優先権主張番号 19720784.7  
(32)優先日 平成9年5月17日(1997.5.17)  
(33)優先権主張国 ドイツ(DE)  
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), AU, CA, JP, NZ, US

(71)出願人 ゴルノット, ディートマー  
ドイツ国. デー-64291 ダルムシュタット, ジルヴェッグ 29  
(72)発明者 クーブス, ハンス, ヴィルフリート, ベーター  
ドイツ国. デー-64372 オーバーラム  
シュタット, エルнстトールードヴィッヒ  
ーシュトラッセ 16  
(72)発明者 デュルツ, ヴォルフガング  
ドイツ国. デー-65936 フランクフルト  
アム マイン, マリエンベルガーシュト  
ラッセ 37  
(74)代理人 弁理士 岡部 正夫 (外11名)

(54)【発明の名称】 光集積回路

(57)【要約】

シリジウム基板と、その上に設けられた導波管をもつ光集積回路で、導波管として1つ以上の光量子クリスタルが想定されている。

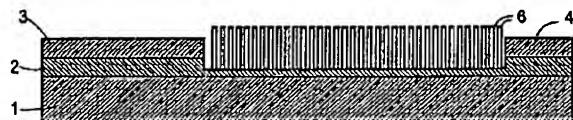


Fig.1

**【特許請求の範囲】**

1. シリジウム基板をもち、そのうえに導波管が配置されている光集積回路において、導波管として1つ以上の光量子クリスタルが準備されることを特徴とする光集積回路。  
2. その他の導波管が縞導波管（3，4）として設計されており、その際、縞導波管（3，4）とシリジウム基板（1）の間に絶縁層（2）が設けられており、その光量子クリスタルは、導波管（3，4）の下境界面の下部分の平面から、導波管（3、4）の上部境界面に伸びることを特徴とする請求項1に記載の光集積回路。  
3. 1つ以上の光量子クリスタルが不純物つきの2次元周期格子の形になった、誘電定数の高いピン（6，14）で作られることを特徴とする請求項1または請求項2の何れかに記載の光集積回路。  
4. 1つ以上の光量子クリスタルが、不純物つきの2次元周期格子の形になった、誘電定数の低い穴のある、誘電定数の高い1つの立体によって作られていることを特徴とする請求項1または請求項2の何れかに記載の光集積回路。  
5. 光量子クリスタルの領域では導波管（3，4）の下よりも強度が小さいピン（6，14）が絶縁層（2）にあることを特徴とする請求項3に記載の光集積回路。  
6. ピンはシリジウム基板上にあることを特徴とする請求項3に記載の光集積回路。  
7. ピンの間の空間には非線形光学材料が満たされており、フィールド電極（46から49）にかけられた電圧によって非線型光学材料の屈折率を調節できることを特徴とする請求項3、請求項5または請求項6の何れかに記載の光集積回路。  
8. ピン（14）ないし穴が光軸に斜めになっていることを特徴とする請求項1から請求項7の何れか1項に記載の光集積回路。  
9. 1つ以上の光量子クリスタル（26）が、不純物の配置によって分岐フィルタになり、その際、選んだ波長領域の分岐された光が側面に発射することを特

徴とする請求項1から請求項8の何れかに記載の光集積回路。

10. 側面に発射したさまざまな波長領域の光は平行する光量子クリスタル（37, 38）のさまざまな位置で集束することを特徴とする請求項8または請求項9の何れかに記載の光集積回路。

## 【発明の詳細な説明】

### 光集積回路

本発明は、シリジウム基板とその上に配置した導波管をもつ光集積回路に関する。

光集積回路は通信工学ではさまざまな目的のために、たとえば区分、統合、スペクトル分配のために、または情報をつけて変調される光流れを切り替えるために必要である。そのほかに、その他の回路、たとえば計算機回路を光構造を利用して実現できる。

現在、光集積回路は、ポリマー、またはIII-V合半導体で作られる導波管つきで構築され、それらはリトグラフ法で製造される。

この回路の光学的に有効な要素としては、特に光量子クリスタルが適しており、これは寸法が小さいために完全な機能を發揮するためには、それをはめ込む導波管パターンが必要である。このような導波管パターンは、通常は、ポリマーまたは半導体材料による縞導波管である。

この導波管パターンは1つの相補的な構造にすることが可能であり、物質の光量子パルスの拡張はその実施形態によって阻止され、通常は完全に光を反射する物質に意図的に組み込こんだ欠陥によって拡張させることが可能になる。その際、ドーピングによって作られるか、または縞導波管として設計されている光導波管の波を誘導する場合のように、屈折率張りだしが作用するのではなく、ここでは、（理論的に決まっており）制限され、禁止されるバンドが、一定の波長に関して、その波の拡張のために望ましい独自の解決方法として作用する。この導波管については、たとえば、Mekis, A他の「物理論文集、77巻、18番、3787ページ」に説明されている。

本発明の課題は、こうした導波管がさまざまな機能のために使われ、必要な精度をもつ導波管が製造できるような光集積回路を提案することである。

この課題は本発明に沿って、導波管として1つ以上の光量子クリスタルを想定することで解決される。その際、好適には、その他の導波管は縞導波管として形成され、その縞導波管とシリジウム基板の間に絶縁層が作られ、光量子クリスタ

ルが導波管の下側境界面の下の平面から導波管の上側境界面に延びることが想定される。

本発明の回路を製造するために、市場で入手できる材料、たとえば、S O I T E C S A. (グレノーブル、フランス) 社の「絶縁体上のシリジウム」を使用できることは利点である。この材料は波長  $1.55 \mu\text{m}$  では良好に光を通す。シリジウムはこうした導波管では高い誘電定数 1.2 を有し、これは光量子クリスタルの場合にも導入することができる。はめ込み減衰がきわめて少ない回路の一定の場所に導入される特別の光量子クリスタルは、回路の機能、たとえば、計算回路としての機能を保証し、その際、全体回路はきわめて小さくできる。それゆえ、たとえば、35 dB の減衰を得るために、波長の  $1/3$  の格子間隔をもつ光量子クリスタルの格子の 6 周期で十分である。

本発明の回路の有利な点は、1つ以上の光量子クリスタルが不純物つきの2次元周期格子になっている、高い誘電定数をもつピンによって形成されることである。しかし、1つ以上の光量子クリスタルを、不純物つきの2次元周期格子の形になっている、誘電定数の低い穴をもち、誘電定数が高い1つの立体によって形成することも可能である。これは、たとえば、D E 195 33 148 A 1 に記載されている。

個々の前提条件に応じて、ピンを、光量子クリスタルの領域では導波管の下よりも強度が小さい絶縁層に置くようにするか、または、ピンをシリジウム基板の

上に置くように想定できる。

本発明の回路のその他の有利な点は、ピン相互間の中間空間に非線型光学材料が満たされており、フィールド電極にかけられた電圧によって、非線型光学材料の屈折率が調節できることである。それによって、たとえば、光集積回路として実施されているフィルタの特性の制御が可能となる。D E 195 42 05 8 A 1 参照。

その他に有利な点は、ピンないし穴が光軸に斜めになっていることである。それによって波長領域の一部にある光を光集積回路のその他の平面に分岐させることができになる。これに関して、1つ以上の光量子クリスタルに不純物を置くこ

とによって分岐フィルタにするという別の成形も選択できる。この場合、選ばれた波長領域の分岐光が側面に発射する。この側面に発射する光はさまざまな方法でさらに誘導できる。

本発明をその他の成形にすると、さまざまな波長領域の側面に発射する光が、平行する光量子クリスタルのさまざまな位置に集束可能であることが想定される。それによって複数の計算レベルを簡単な方法で結合することが可能になる。

本発明の実施例を図を用いて、以下に詳しく説明する。

図1は、本発明の回路の一部分の断面である。

図2は、図1に示した部分の俯瞰図である。

図3は、その他の実施例の一部分の俯瞰図である。

図4は、光集積回路の2つのレベルの光結合の例である。

図5は、本発明の回路での複数の計算レベルの光結合の例である図式的表現である。

図6は、本発明の回路で実現したマッハ・ツエドナー干渉計である。

図1の実施例では、シリジウム基板1の上に酸化シリジウムの絶縁層2があり

、  
その上にシリジウムの光導波管3、4が作られている。導波管3、4の間には、光量子クリスタル5があり、これはピン6の格子で作られる。

ピン6は実施例では絶縁層2の上にあり、絶縁層は光量子クリスタル5の領域で1つのキャビテーション（空洞）を持っている。これによって、また、ピンが波長3、4の上部境界平面を越えて張り出すことによって、光量子クリスタルは、導波管の外部の縁部分に誘導されるフィールドをも把握する。

ピン6は、周知の方法で粒子放射デポジション（堆積物）によって作ることができる。その1つの方法が、たとえばDE 195 33 148 A1に記載されている。

S. Y. Lin, G. Arjavalingam著「光学通信」18巻、1号、1666(1990)に記載されたミリ波での実験が示すように、35dBの減衰を得るために、波長の3分の1の格子定数をもつ格子の6周期で十分

である。それによって減衰される波長領域内部では意図的な不純物によって、つまりピンを抜くことによって、減衰の少ない波長領域を創出できる。図1および図2の実施例では、複数の波長の光が導波管3によって導波管4に導かれ、その一方で分岐7で、選んだ波長の光が発射する。その際、選ばれる間隔は、たとえば、目的のフィルタ特性をもたせるために正確に規定するためのピンの光量子クリスタルの中央部分で作られる。

図3の実施例では、光量子クリスタルは1つのフィルタのためだけではなく、送りと誘導と想定されており、その際、送り部分11と誘導部分12、13は、中央領域にピンを想定しないことによってそれぞれオールパスとして形成される。

図4は、光量子クリスタルを形成するピン14が傾いている実施例を示す。選んだ領域に層15が設けてあるので、光はそこへ発射し、好適には、ポリマー材料で作られるレンズ16を通って上の平面の、図には示されていない、入射口に

集束される。それによって3次元構造が、たとえば、計算機回路で可能になる。レンズは周知の方法で電子ビーム・リトグラフで、または、光学的方法で製造できる。

図5は、光量子クリスタル26の複数の分岐21から25が形成されている、本発明の回路の断面を示す。その場合、レンズ27から31は分岐から発射する光を、光量子クリスタル26の横を通っているその他の光学要素37、38に設けられている入射面32から36に集束する。

図6は、マッハ・ツエンダー干渉計として作られる実施例を示す。ここでは、すべての要素、特に、導波管、フィルタ、鏡、および光量子クリスタルの光線セパレータが形成されている。干渉計で、図6の反射する測定対象41における走行時間が測定される。そのためには42で送られた光がまず調節可能なフィルタ43を通って導かれ、それによって、測定のために使うべき波長が選ばれる。フィルタ43から出た光は同じ部分の光線セパレータ44によって、調節可能な位相スライダ45の方へ導かれ、反射された光は測定対象41に導かれる。

調節可能なフィルタ43と調節可能な位相スライダ45は、それぞれ1つの光

量子クリスタルで構成され、その際、中間空間には非線型光学材料が満たされており、その誘電定数と、ピンの光学的に有効な間隔は、電極46, 47、ないし48, 49にかけられた電圧によって制御可能である。

位相スライダ45には、完全に反射する鏡50が結合されており、その鏡は位相スライダ45から出る光を別の光線セパレータ51に送る。

測定対象41の前に設けられている、方向ポイント42として形成される光量子クリスタルは、光線セパレータ44から来る光が対象41に導かれ、測定対象に反射する光は導波管43を介してその他の光線セパレータ51に達するよう作用する。出力部54では両方の光流れが重なる。適切な測定変換機によって出

力部54から発射する強さを測り、45での位相を調節することによって、出力部54の強さの最小値に、測定対象41の位相スライダを合わせることができる。これまで述べた理由により、図6に示した回路もきわめて小さく、たとえば全体長さ約 $20\mu m$ に設計できる。

【図1】

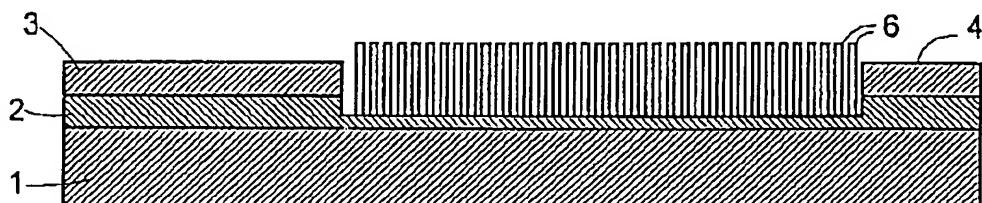
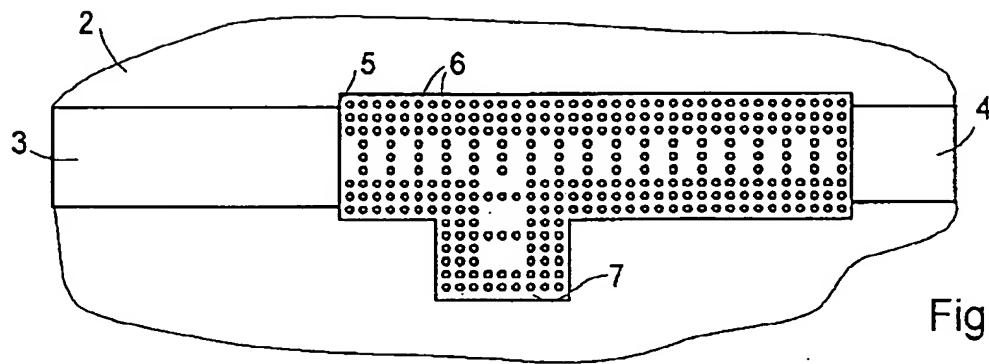
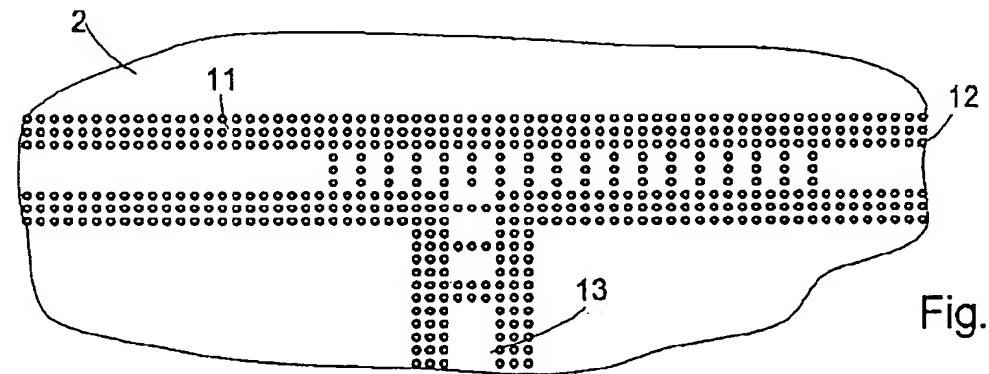


Fig.1

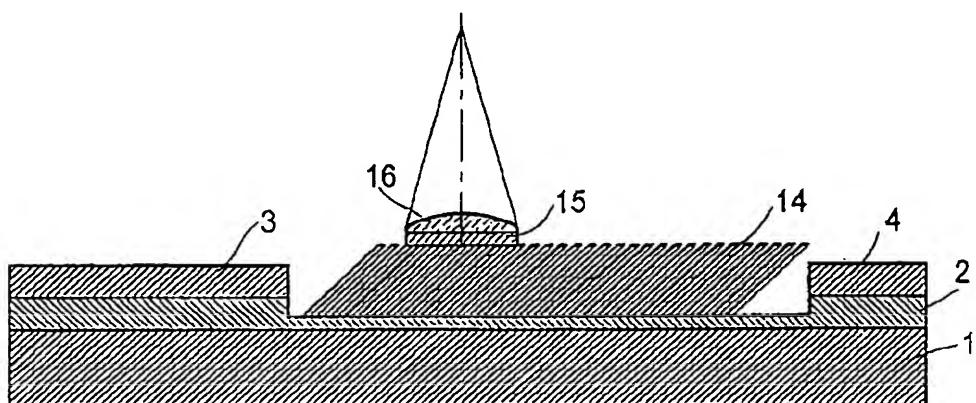
【図2】



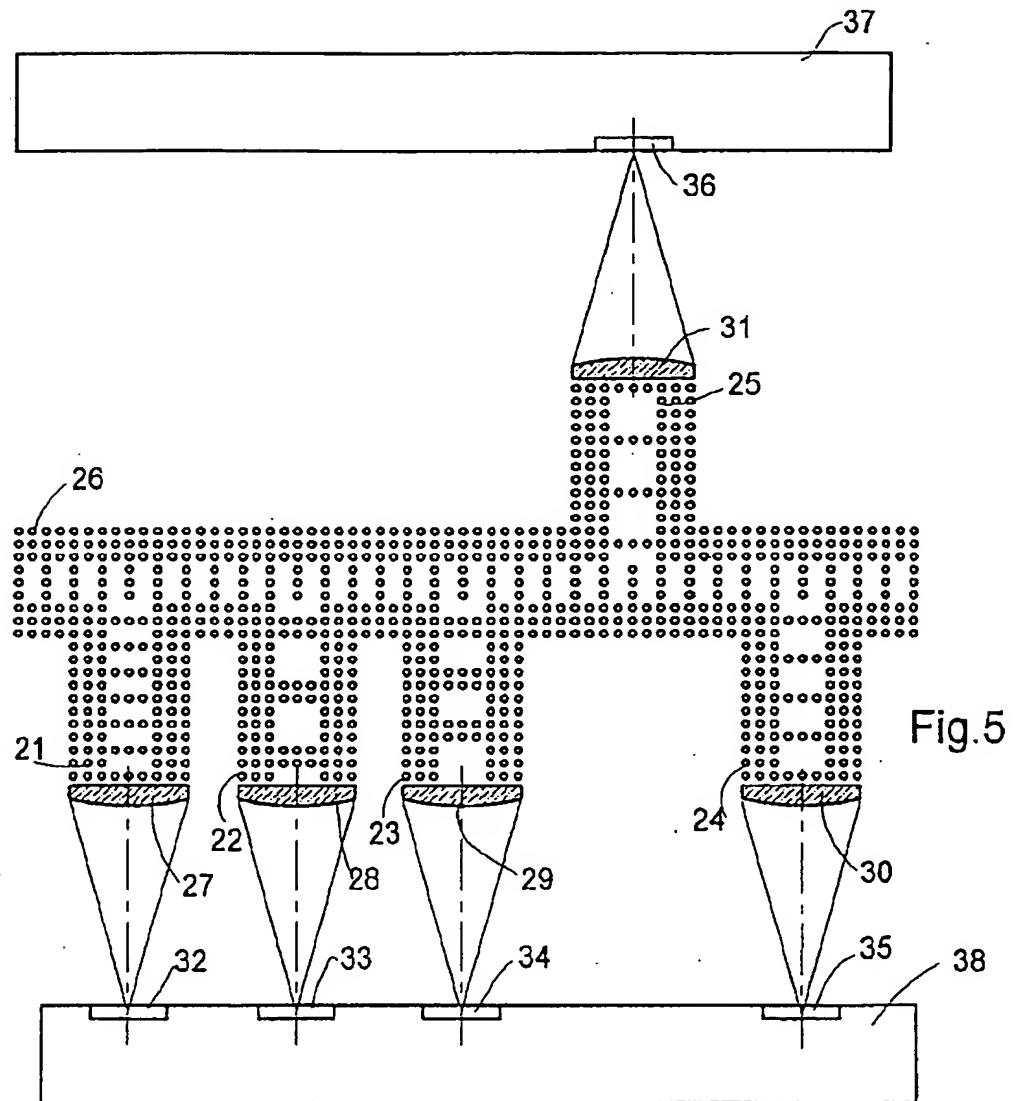
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

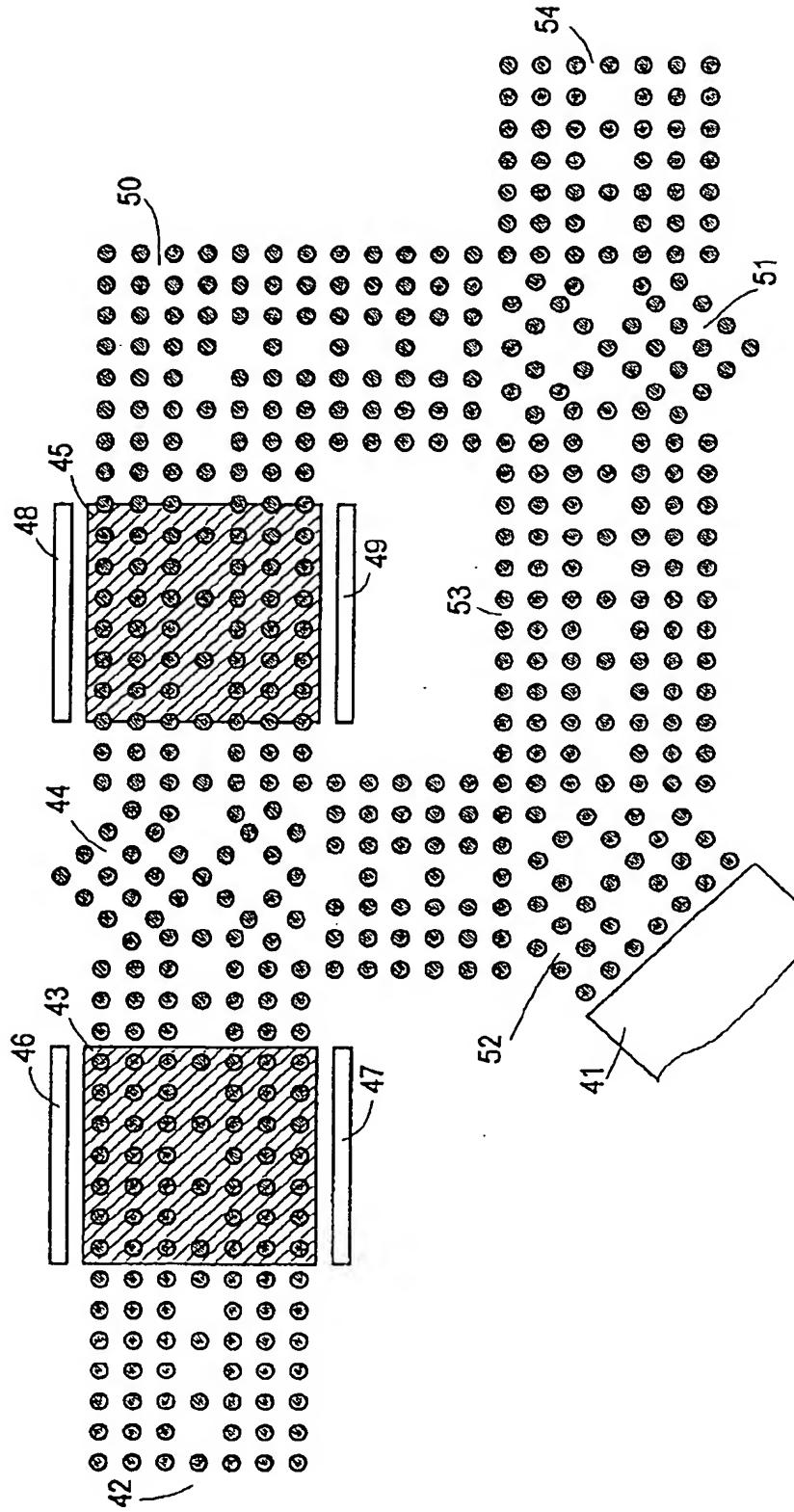


Fig.6

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】平成11年8月5日(1999.8.5)

【補正内容】

#### 請求の範囲

1. シリジウム基板および、その上に配置され、1つまたはそれ以上の光量子クリスタルを持つ導波管を持つ光集積回路であって、そのつど1つのピンまたは1つの穴によって光量子クリスタルになる要素(14)が形成され、それらは光軸に斜めになっており、互いに平行に配置されていることを特徴とする光集積回路。

2. その他の導波管が縞導波管(3, 4)として設計されており、その際、縞導波管(3, 4)とシリジウム基板(1)の間に絶縁層(2)が設けられており、その光量子クリスタルは、導波管(3, 4)の下境界面の下部分の平面から、導波管(3, 4)の上部境界面に伸びることを特徴とする請求項1に記載の光集積回路。

3. 少なくとも1つの光量子クリスタルの要素が、誘電定数の高いピン(14)であって、それらは2次元の周期格子の形になって配置されていることを特徴とする請求項1または請求項2の何れか1項に記載の光集積回路。

4. 少なくとも1つの光量子クリスタルの要素が、高い誘電定数を持つ1つの立体にある低い誘電定数の穴であり、それらは2次元の周期格子の形になって配置されていることを特徴とする請求項1または請求項2の何れか1項に記載の光集積回路。

5. 光量子クリスタルの領域では導波管(3, 4)の下よりも強度が小さいピン(6, 14)が絶縁層(2)にあることを特徴とする請求項3に記載の光集積回路。

6. ピンはシリジウム基板上にあることを特徴とする請求項3に記載の光集積回路。

7. ピンの間の空間には非線形光学材料が満たされており、フィールド電極(46から49)にかけられた電圧によって非線型光学材料の屈折率を調節できる

ことを特徴とする請求項3、請求項5または請求項6の何れかに記載の光集積回路。

8. ピン(14)ないし穴が光軸に斜めになっていることを特徴とする請求項1から請求項7の何れか1項に記載の光集積回路。

9. 側面に発射したさまざまな波長領域の光は平行する光量子クリスタルのさまざまな位置で集束できることを特徴とする請求項1から請求項8の何れか1項に記載の光集積回路。

10. 側面に発射したさまざまな波長領域の光は平行する光量子クリスタル(37, 38)のさまざまな位置で集束することを特徴とする請求項8または請求項9の何れかに記載の光集積回路。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No PCT/EP 98/02532
--

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 6 G02B6/12 G02B6/122 G02B6/124		
--	--	--

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC		
--	--	--

<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
---------------------------	--	--

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G02B		
---	--	--

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
---	--	--

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
--	--	--

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
---	--	--

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KOOPS H W P: "PHOTONIC CRYSTALS BUILT BY THREE-DIMENSIONAL ADDITIVE LITHOGRAPHY ENABLE INTEGRATED OPTICS OF HIGH DENSITY" PROCEEDINGS OF THE SPIE, vol. 2849, 5 August 1996, pages 248-256, XP000617864 see the whole document idem	1
A		3,4,6-10 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "B" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
---	--

1 September 1998	09/09/1998
------------------	------------

Name and mailing address of the ISA  European Patent Office, P.O. Box 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 551 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer
--	--------------------

Mathyssek, K
--------------

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

I. National Application No PCT/EP 98/02532
---

C(continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 96 27225 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 6 September 1996 see page 5, line 6 - line 38 see page 6 - page 7 see page 9, line 31 - line 38 see page 10, line 1 - line 26 see claims; figures 4-12 idem	1
A	---	3,4,6
Y	DE 195 26 734 A (SIEMENS AG) 23 January 1997 see claims; figures	1
A	WO 95 30917 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 16 November 1995 see claims; figures	1
A	CHENG C C ET AL: "FABRICATION OF PHOTONIC BAND-GAP CRYSTALS" JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY: PART B, vol. 13, no. 6, 1 November 1995, pages 2696-2700, XP000558339 see the whole document -----	1,2,6,8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

b	International Application No
PCT/EP 98/02532	

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 9627225	A	06-09-1996	US	5784400 A		21-07-1998
DE 19526734	A	23-01-1997	WO	9704340 A		06-02-1997
			EP	0840900 A		13-05-1998
WO 9530917	A	16-11-1995	US	5440421 A		08-08-1995
			US	5600483 A		04-02-1997

【要約の続き】

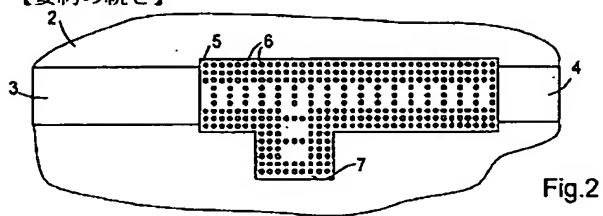


Fig.2

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成17年12月8日(2005.12.8)

【公表番号】特表2002-510400(P2002-510400A)

【公表日】平成14年4月2日(2002.4.2)

【出願番号】特願平10-549860

【国際特許分類第7版】

G 02 B 6/12

【F I】

G 02 B 6/12 N

G 02 B 6/12 Z

【手続補正書】

【提出日】平成17年6月13日(2005.6.13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】補正の内容のとおり

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 手 続 補 正 書

平成 17 年 6 月 13 日

特許庁長官 殿



1. 事件の表示 平成 10 年特許願第 549860 号

## 2. 補正をする者

住 所 ドイツ国、デー-53113 ポン、  
 フリードリヒ-エベルト-アレエ 140  
 名 称 ドイッヂェ テレコム アーゲー

## 3. 代理 人

住 所 〒100-0005  
 東京都千代田区丸の内 3-2-3、富士ビル 602 号室  
 電話 (3213) 1561 (代表)  
 氏 名 (6444) 弁理士 岡 部 正 夫



4. 補正対象書類名 明細書

請求の範囲



5. 補正対象項目名 明細書

請求の範囲

## 7. 補正の内容

(1) 明細書全文および請求の範囲を別紙のとおり訂正する。



明 糸田 書

## 光集積回路

本発明は、シリコン基板とその上に配置した導波管（導波路）をもつ光集積回路に関する。

光集積回路は通信工学ではさまざまな目的のために、たとえば、情報により変調された光の分配、合成、スペクトル分配、または切り替えのために必要である。そのほかに、その他の回路、たとえば計算機回路を光構造を利用して実現できる。

現在、光集積回路は、ポリマー、またはIII-V化合物半導体で作られる導波管つきで構築され、それらはリトグラフ法で製造される。

この回路の光学的に有効な要素としては、特にフォトニッククリスタルが適しており、これは寸法が小さいために完全な機能を発揮するためには、それをはめ込む導波管パターンが必要である。このような導波管パターンは、通常は、ポリマーまたは半導体材料によるストリップ導波管である。

この導波管パターンは1つの相補的な構造にすることが可能であり、物質の光量子パルスの伝播はその実施形態によって阻止され、通常は完全に光を反射する物質に意図的に組み込こんだ欠陥によって伝播させることが可能になる。その際、ドーピングによって作られるか、またはストリップ導波管として設計されている光導波管の波を誘導する場合のように、屈折率張りだしが作用するのではなく、ここでは、（理論的に決まっており）制限され、禁止されるバンドが、一定の波長に関して、その波の拡張のために望ましい独自の解決方法として作用する。この導波管については、たとえば、Mekis. A他の「物理論文集、77巻、18番、3787ページ」に説明されている。

本発明の課題は、こうした導波管がさまざまな機能のために使われ、必要な精

度をもつ導波管が製造できるような光集積回路を提案することである。

この課題は本発明に沿って、導波管として1つ以上のフォトニッククリスタルを具備することで解決される。その際、好適には、その他の導波管はストリップ導波管として形成され、そのストリップ導波管とシリコン基板の間に絶縁層が作られ、フォトニッククリスタルが導波管の下側境界面の下の平面から導波管の上側境界面に延在することが想定される。

本発明の回路を製造するために、市場で入手できる材料、たとえば、S O I T E C S A. (グレノーブル、フランス) 社の「絶縁体上のシリコン」を使用できることは利点である。この材料は波長  $1.55 \mu\text{m}$  では良好に光を通す。シリコンはこうした導波管では高い誘電定数 1.2 を有し、これはフォトニッククリスタルの場合にも導入することができる。挿入損失がきわめて少ない回路の一定の場所に導入される特別のフォトニッククリスタルは、回路の機能、たとえば、計算回路としての機能を保証し、その際、全体回路はきわめて小さくできる。それゆえ、たとえば、35 dB の減衰を得るために、波長の  $1/3$  の格子間隔をもつフォトニッククリスタルの格子の 6 周期で十分である。

本発明の回路の有利な点は、1つ以上のフォトニッククリスタルが不純物つきの(欠陥のある) 2 次元周期格子になっている、高い誘電定数をもつピンによって形成されることである。しかし、1つ以上のフォトニッククリスタルを、不純物つきの(欠陥のある) 2 次元周期格子の形になっている、誘電定数の低い穴をもち、誘電定数が高い1つの立体によって形成することも可能である。これは、たとえば、DE 195 33 148 A1 に記載されている。

個々の前提条件に応じて、ピンを、フォトニッククリスタルの領域における厚さが導波管の領域における厚さよりも薄い絶縁層に置くようにするか、または、ピンをシリコン基板の上に置くように想定できる。

本発明の回路のその他の有利な点は、ピン相互間の中間空間に非線型光学材料が満たされており、フィールド電極にかけられた電圧によって、非線型光学材料の屈折率が調節できることである。それによって、たとえば、光集積回路として実施されているフィルタの特性の制御が可能となる。DE 195 42 05  
8 A1 参照。

その他に有利な点は、ピンないし穴が光軸に斜めになっていることである。それによって波長領域の一部にある光を光集積回路のその他の平面に分岐させることができ可能になる。これに関して、1つ以上のフォトニッククリスタルに欠陥を配置することによって分岐フィルタにするという別の成形も選択できる。この場合、選ばれた波長領域の分岐光が側面に発射する。この側面に発射する光はさまざまな方法でさらに誘導できる。

本発明をその他の成形にすると、さまざまな波長領域の側面に発射する光が、平行するフォトニッククリスタルのさまざまな位置に集束可能であることが想定される。それによって複数の計算レベルを簡単な方法で結合することが可能になる。

本発明の実施例を図を用いて、以下に詳しく説明する。

図1は、本発明の回路の一部分の断面である。

図2は、図1に示した部分の俯瞰図である。

図3は、その他の実施例の一部分の俯瞰図である。

図4は、光集積回路の2つのレベルの光結合の例である。

図5は、本発明の回路での複数の計算レベルの光結合の例である図式的表現である。

図6は、本発明の回路で実現したマッハ・ツェンダー干渉計である。

図1の実施例では、シリコン基板1の上に酸化シリコンの絶縁層2があり、そ

の上にシリコンの光ストリップ導波管3、4が作られている。導波管3、4の間には、フォトニッククリスタル5があり、これはピン6の格子で作られる。

ピン6は実施例では絶縁層2の上にあり、絶縁層はフォトニッククリスタル5の領域で1つのキャビテーション（空洞）を持っている。これによって、また、ピンが波長3、4の上部境界平面を越えて張り出すことによって、フォトニッククリスタルは、導波管の外部の縁部分に誘導されるフィールドをも把握する。

ピン6は、周知の方法で粒子放射デポジション（堆積物）によって作ることができる。その1つの方法が、たとえばDE 195 33 148 A1に記載されている。

S. Y. Lin, G. Arjavalingam著「光学通信」18巻、19号、1666（1990）に記載されたミリ波での実験が示すように、35dBの減衰を得るためにには、波長の3分の1の格子定数をもつ格子の6周期で十分である。それによって減衰される波長領域内部では意図的な不純物（欠陥）によって、つまりピンを抜くことによって、減衰の少ない波長領域を創出できる。図1および図2の実施例では、複数の波長の光が導波管3によって導波管4に導かれ、その一方で分岐7で、選んだ波長の光が発射する。その際、フォトニッククリスタルの中央領域におけるピンについて選ばれる間隔は、目的のフィルタ特性をもたせるための正確な構成を表す。

図3の実施例では、フォトニッククリスタルは1つのフィルタのためだけではなく、入り口および出口のためにも具備されており、その際、入り口部分11と出口部分12、13は、中央領域にピンを具備しないことによってそれぞれオールパスフィルタとして形成される。

図4は、フォトニッククリスタルを形成するピン14が傾いている実施例を示す。選んだ領域に被覆層15が設けてあるので、光はそこへ逃げ、好適には、ボ

リマー材料で作られるレンズ16を通って上の平面の、図には示されていない、入射口に集束される。それによって3次元構造が、たとえば、計算機回路で可能になる。レンズは周知の方法で電子ビーム・リトグラフで、または、光学的方法で製造できる。

図5は、フォトニッククリスタル26によって複数の分岐21から25が形成されている、本発明の回路の断面を示す。その場合、レンズ27から31は分岐から発射する光を、フォトニッククリスタル26の横を通り他の光学要素37、38に設けられている入射面32から36に集束する。

図6は、マッハ・ツエンダー干渉計として作られる実施例を示す。ここでは、すべての要素、特に、導波管、フィルタ、鏡、およびビームスプリッタがフォトニッククリスタルにより形成されている。干渉計で、図6の反射する測定対象41における走行時間が測定される。そのためには42で送られた光がまず調節可能なフィルタ43を通って導かれ、それによって、測定のために使うべき波長が選ばれる。フィルタ43から出た光のうち一部は、ビームスプリッタ44によって、調節可能な位相シフタ45のほうへ導かれ、フィルタ43から出た光のうち反射された部分は測定対象41に導かれる。

調節可能なフィルタ43と調節可能な位相シフタ45は、それぞれ1つのフォトニッククリスタルで構成され、その際、中間空間には非線型光学材料が満たされており、その誘電定数と、ピンの光学的に有効な間隔は、電極46、47、ないし48、49にかけられた電圧によって制御可能である。

位相シフタ45には、完全に反射する鏡50が接しており、その鏡は位相シフタ45から出る光を別のビームスプリッタ51に送る。

測定対象41の前に設けられている、方向フィルタ42として形成されるフォトニッククリスタルは、ビームスプリッタ44から来る光が対象41に導かれ、

測定対象に反射する光は導波管43を介してその他のビームスプリッタ51に達するように作用する。出力部54では両方の光流れが重なる。適切な測定変換機によって出力部54から発射する強さを測り、出力部54における強度が最小となるように45での位相を調節することによって、測定対象41の位相シフトを合わせことができる。これまで述べた理由により、図6に示した回路もきわめて小さく、たとえば全体長さ約20μmに設計できる。

## 請求の範囲

1. シリコン基板と、

前記シリコン基板上に配置された導波管であって、前記導波管のうち少なくとも1つがフォトニッククリスタルを含み、前記フォトニッククリスタルは1つのピンまたは1つの穴により形成される要素(14)を含み、前記要素は光軸に対してある角度で配置され且つ互いに平行に配置されている、導波管とからなる光集積回路。

2. 前記導波管がストリップ導波管(3、4)を含み、前記光集積回路がさらに、

前記ストリップ導波管(3、4)と前記シリコン基板(1)との間に設けられた絶縁層(2)からなり、前記フォトニッククリスタルは、前記ストリップ導波管(3、4)の下部境界面の下部分の平面から前記ストリップ導波管(3、4)の上部境界面まで延在することを特徴とする請求項1に記載の光集積回路。

3. 前記要素が、誘電定数の高いピン(14)により形成され、前記ピンは2次元の周期格子の形になって配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光集積回路。4. 前記要素が、高い誘電定数を持つ穴により形成され、前記穴は2次元の周期格子の形になって配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光集積回路。5. 前記ピンは前記絶縁層上にあり、前記絶縁層は、フォトニッククリスタルの領域における厚さが、導波管(3、4)の領域における厚さよりも薄いことを特徴とする請求項3に記載の光集積回路。6. 前記ピンは前記シリコン基板上にあることを特徴とする請求項3に記載の

光集積回路。

7. 前記ピンの間の空間には非線形光学材料が満たされており、フィールド電極（46から49）にかけられた電圧によって前記非線型光学材料の屈折率を調節できることを特徴とする請求項3に記載の光集積回路。

8. 前記フォトニッククリスタルは欠陥を含み、前記フォトニッククリスタルは、前記欠陥が配置される結果として分岐フィルタとなっており、選択された波長領域の分岐された光が、前記分岐フィルタから側面に発射することを特徴とする請求項1に記載の光集積回路。

9. 側面に発射したさまざまな波長領域の光が、平行するフォトニッククリスタルのさまざまな位置で集束<sub>すること</sub>を特徴とする請求項1に記載の光集積回路。

## Integrated optical circuit

**Publication number:** JP2002510400T

**Publication date:** 2002-04-02

**Inventor:**

**Applicant:**

**Classification:**

- **International:** G02B6/122; G02F1/225; G02F1/01; G02F1/21;  
G02B6/122; G02F1/01; (IPC1-7): G02B6/12

- **European:** G02B6/122P; G02F1/225; Y01N10/00

**Application number:** JP19980549860T 19980429

**Priority number(s):** DE19971020784 19970517; WO1998EP02532  
19980429

**Also published as:**

- WO9853350 (A1)
- EP0985159 (A1)
- US6310991 (B1)
- EP0985159 (A0)
- DE19720784 (A1)

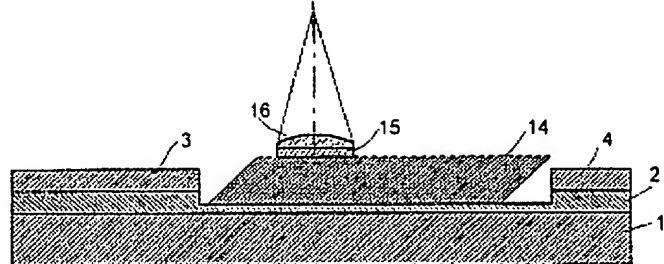
[more >>](#)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for JP2002510400T

Abstract of corresponding document: **US6310991**

An integrated optical circuit is described. The optical circuit includes a silicon substrate and waveguides disposed thereon, at least one photonic crystal is provided as a waveguide.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

1. Optical integrated circuit characterized by preparing one or more photon crystal as waveguide in optical integrated circuit with which it has SHIRIJIUMU substrate and waveguide is arranged on it.
2. It is the optical integrated circuit according to claim 1 which other waveguides are designed as a striped waveguide (3 4), and the insulating layer (2) is prepared between the striped waveguide (3 4) and the SHIRIJIUMU substrate (1) in that case, and is characterized by extending the photon crystal to the up interface of a waveguide (3 4) from the flat surface for the lower part of the bottom interface of a waveguide (3 4).

An optical integrated circuit given in any of claim 1 characterized by being made from the high pin (6 14) of a dielectric constant by which 3.1 or more photon crystal became the form of a two-dimensional periodic lattice with an impurity, or claim 2 they are.

An optical integrated circuit given in any of claim 1 characterized by making 4.1 or more photon crystal with one stereo with a high dielectric constant with the low hole of a dielectric constant which became the form of a two-dimensional periodic lattice with an impurity, or claim 2 they are.

5. Optical integrated circuit according to claim 3 characterized by lower twist of waveguide (3 4) having pin (6 14) with small reinforcement in insulating layer (2) in field of photon crystal.

6. A pin is an optical integrated circuit according to claim 3 characterized by being on a SHIRIJIUMU substrate.

7. Optical integrated circuit given in any of claim 3 characterized by the ability to adjust refractive index of non-linear optical material with electrical potential difference which non-linear optical material is filled in space between pins, and was applied to field electrode (46-49), claim 5, or claim 6 they are.

8. Optical integrated circuit given in any 1 term of claim 1 to claim 7 to which pin (14) thru/or hole are characterized by being slanting to optical axis.

An optical integrated circuit given in any of claim 1 to claim 8 characterized by the light in which the wavelength field which 9.1 or more photon crystal (26) chose by becoming a branching filter by arrangement of an impurity at that time branched discharging on a side face they are.

10. The light of various wavelength fields discharged on the side face is an optical integrated circuit given in any of claim 8 characterized by converging in various locations of parallel photon crystal (37 38), or claim 9 they are.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

Optical integrated circuit This invention relates to an optical integrated circuit with a SHIRIJIUMU substrate and the waveguide arranged on it.

Because of various purposes, the optical integrated circuit is required of communication engineering in order [ for a partition, integration, and spectrum distribution ] to change the optical flow modulated by giving information. In addition, it is realizable using optical structure, other circuits, for example, computer circuit.

Current and an optical integrated circuit are built a polymer or with [ which is made from III-V \*\*\*\*\* ] a waveguide, and they are manufactured by the lithograph method.

In order photon crystal is optically [ this circuit ] suitable especially as an effective element and to demonstrate a function perfect since this has the small dimension, the waveguide pattern in which it is inserted is required. Such a waveguide pattern is usually a striped waveguide by the polymer or the semiconductor material.

this waveguide pattern can be made one complementary structure, and the escape of the photon pulse of the matter is prevented by that operation gestalt, is intentionally constructed to the matter which usually reflects light completely, and is \*\*\*\*\* -- it becomes possible to make it extend according to a defect. Like [ in the case of guiding the wave of the optical waveguide which is made by doping or has been designed as a striped waveguide in that case ], a refractive-index overhang does not act but the band restricted and (decided theoretically) forbidden acts about fixed wavelength here as the original solution approach that it is desirable for the escape of the wave. This waveguide is explained to "physical collected works, 77 volumes, No. 18, and 3787 pages" besides Mekis.A, for example.

The technical problem of this invention is proposing the optical integrated circuit which can manufacture the waveguide which is used for a function with such various waveguides, and has a required precision.

This technical problem is solved by assuming one or more photon crystal as a waveguide along with this invention. In that case, suitably, other waveguides are formed as a striped waveguide, an insulating layer is made between the striped waveguide and SHIRIJIUMU substrate, and it is assumed that photon crystal is prolonged in the top interface of a waveguide from the flat surface under the bottom interface of a waveguide.

The ingredient which can come to hand in a commercial scene in order to manufacture the circuit of this invention, for example, SOITEC, It is an advantage that "SHIRIJIUMU on an insulator" of SA. (noble, France) company can be used. This ingredient lets light pass good on the wavelength of 1.55 micrometers. SHIRIJIUMU has the high dielectric constant 12 in such a waveguide, and, also in the case of photon crystal, this can be introduced. The special photon crystal with which fitting attenuation is introduced into the fixed location of very few circuits guarantees the function of a circuit, for example, the function as a count circuit, and a whole circuit can do it very small in that case. So, in order to obtain 35dB attenuation for example, it is enough six periods of the grid of photon crystal with one third of the lattice spacings of wavelength.

The advantageous point of the circuit of this invention is formed by the pin with a high dielectric constant by which one or more photon crystal's is two-dimensional periodic lattices with an impurity. However, a dielectric constant is able to have the low hole of a dielectric constant which has a form of a two-dimensional periodic lattice with an impurity in one or more photon crystal, and to form with one high stereo. This is DE. 195 33 148 It is indicated by A1.

It can be assumed that the lower twist of a waveguide also puts a pin on an insulating layer with small reinforcement in the field of photon crystal, or a pin is placed on a SHIRIJIUMU substrate according to each

prerequisite.

The non-linear optical material is filled in the middle space between pins, and the advantageous point of others of the circuit of this invention is being able to adjust the refractive index of a non-linear optical material with the electrical potential difference applied to the field electrode. By it, it becomes controllable [ the property of the filter currently carried out as an optical integrated circuit ]. DE 195 42 058 A1 reference.

In addition, an advantageous point is that the pin thru/or the hole are slanting to an optical axis. It becomes possible to branch the light in a part of wavelength field at the flat surface of others of an optical integrated circuit by it. Another shaping of making it a branching filter by putting an impurity on one or more photon crystal about this can also be chosen. In this case, the branching light of the selected wavelength field discharges on a side face. The light discharged on this side face can be further guided by various approaches.

If this invention is made other shaping, it will be assumed that the light discharged on the side face of various wavelength fields can converge on various locations of parallel photon crystal. It enables it to combine two or more count level by the easy approach.

The example of this invention is explained in detail below using drawing.

Drawing 1 is some cross sections of the circuit of this invention.

Drawing 2 is the \*\*\*\*\* Fig. of the part shown in drawing 1.

Drawing 3 is some bird's-eye views of other examples.

Drawing 4 is the example of the optical coupling of two level of an optical integrated circuit.

Drawing 5 is a diagrammatic expression which is the example of the optical coupling of two or more count level in the circuit of this invention.

Drawing 6 is the Mach TSUEDONA interferometer realized in the circuit of this invention.

The insulating layer 2 of oxidization SHIRIJIUMU is on the SHIRIJIUMU substrate 1, and the \*\*\*\* waveguides 3 and 4 of SHIRIJIUMU are made from the example of drawing 1 on it. The photon crystal 5 is among waveguides 3 and 4, and this is made from the grid of a pin 6.

A pin 6 is on an insulating layer 2 in the example, and the insulating layer has one cavitation (cavity) in the field of the photon crystal 5. By this, when a pin \*\*\*\*\*s across the up boundary flat surface of wavelength 3 and 4, photon crystal also grasps the field guided to a part for the edge of the exterior of a waveguide again.

A pin 6 can be made from the well-known approach by particle emission deposition (deposit). The one approach is DE. 195 33 148 It is indicated by A1.

S.Y. Lin, G.Arjavalingam work "an optical communication link" As an experiment with the millimeter wave indicated by 18 volumes, No. 19, and 1666 (1990) shows, in order to obtain 35dB attenuation, it is enough six periods of a grid with 1/3 of the lattice constants of wavelength. An intentional impurity, i.e., by pulling out a pin, inside the wavelength field decreased by it, a wavelength field with little attenuation can be created. In the example of drawing 1 and drawing 2, the light of two or more wavelength is led to a waveguide 4 by the waveguide 3, and the light of the wavelength chosen by branching 7 on the other hand discharges. In that case, spacing chosen is made from the central part of the photon crystal of the pin for specifying correctly, in order to give the target filter shape.

Photon crystal is assumed to be not only the reason of one filter but delivery, and induction, and the delivery part 11 and the guidance sections 12 and 13 are formed as all pass by not assuming a pin to a central field in the example of drawing 3, respectively in that case.

Drawing 4 shows the example to which the pin 14 which forms photon crystal leans. Since the layer 15 is formed in the selected field, it discharges there and light converges on incidence opening which is not suitably shown in drawing of the upper flat surface through the lens 16 made from a polymer ingredient. The three-dimensional structure becomes possible by it for example, in a computer circuit.

A lens is electron beam lithograph by the well-known approach, or can be manufactured with optical means.

Drawing 5 shows the cross section of the circuit of this invention in which two or more branching 21-25 of the photon crystal 26 is formed. In that case, lenses 27-31 converge on the plane of incidence 32-36 prepared in the optical elements 37 and 38 of others which pass by the photon crystal 26 in the light discharged from branching.

Drawing 6 shows the example made as a Mach-Zehnder interferometer. Here, all elements especially the waveguide, the filter, the mirror, and the beam-of-light separator of photon crystal are formed. With an interferometer, the transit time in the measuring object 41 which drawing 6 reflects is measured. The light

sent by 42 for that purpose is drawn through the filter 43 which can be adjusted first, and the wavelength which should be used by it for measurement is chosen. With the same beam-of-light separator 44 of a part, the light which came out of the filter 43 is led to the direction of the phase slider 45 which can be adjusted, and the reflected light is led to the measuring object 41.

It consists of one photon crystal, respectively, the non-linear optical material is filled in middle space in that case, and effective spacing of the phase slider 45 which can be adjusted and in which a filter 43 and accommodation are possible is optically [ the dielectric constant and a pin ] controllable by electrodes 46 and 47 thru/or the electrical potential difference applied to 48 and 49.

The mirror 50 reflected completely is combined with the phase slider 45, and the mirror sends the light which comes out of the phase slider 45 to another beam-of-light separator 51.

The light by which the photon crystal which is prepared before the measuring object 41, and which is formed as the direction point 42 comes from the beam-of-light separator 44 acts so that the light which it is led to an object 41 and reflected in the measuring object may reach the other beam-of-light separators 51 through a waveguide 43. Both optical flow laps in the output section 54. The phase slider of the measuring object 41 can be united with the minimum value of the strength of the output section 54 by measuring the strength discharged from the output section 54, and adjusting the phase of 45 with a suitable measurement converter.

For the reason explained until now, the circuit shown in drawing 6 is also very small, for example, can be designed in whole die length of about 20 micrometers.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

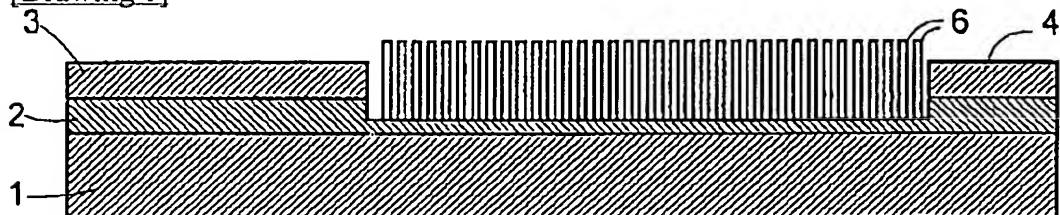
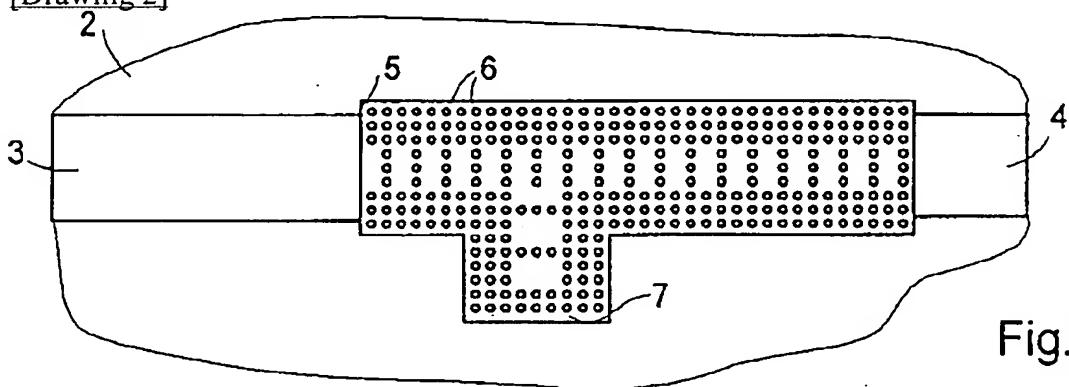
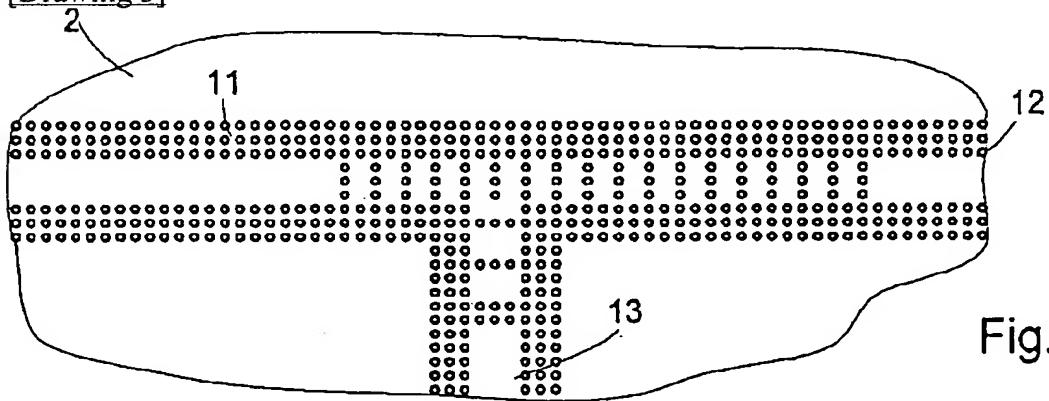
JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DRAWINGS**

---

**[Drawing 1]****Fig.1****[Drawing 2]****Fig.2****[Drawing 3]****Fig.3****[Drawing 4]**

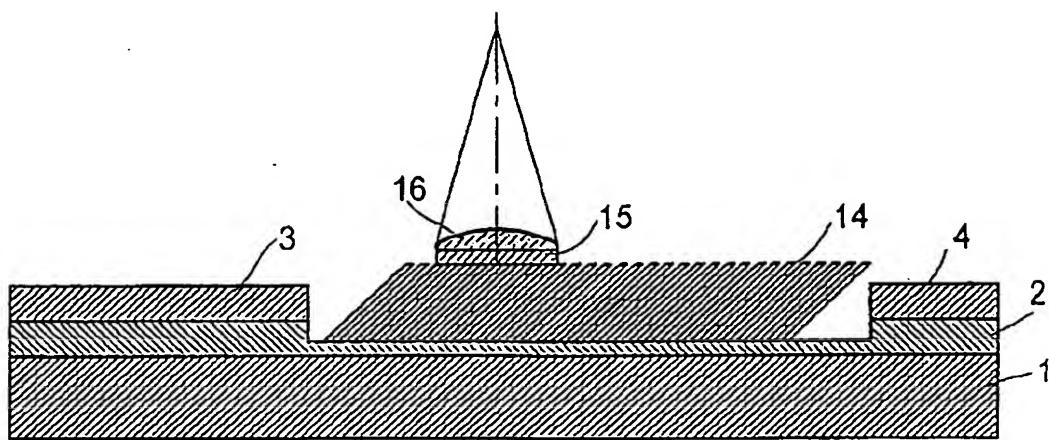


Fig.4

[Drawing 5]

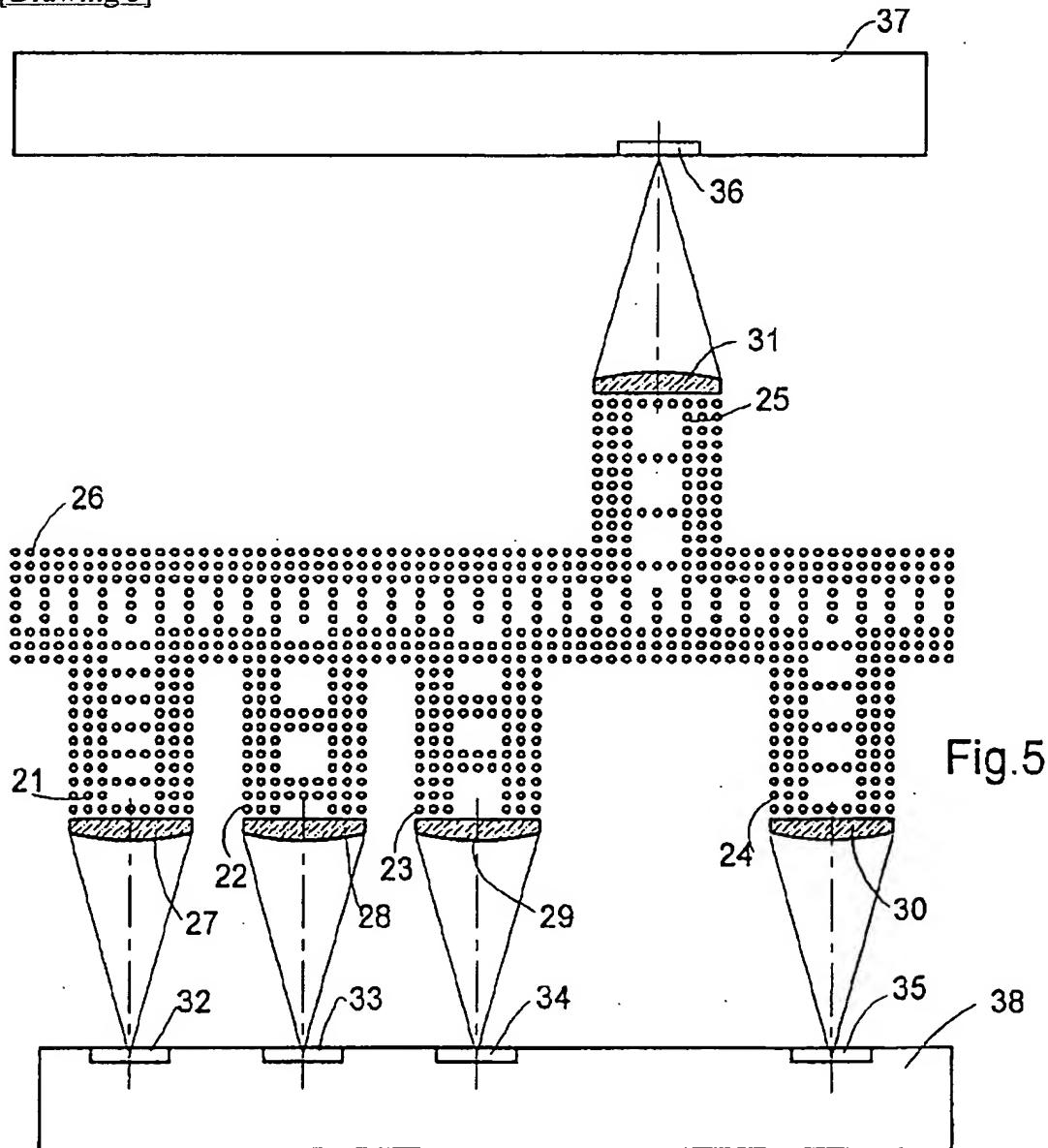


Fig.5

[Drawing 6]

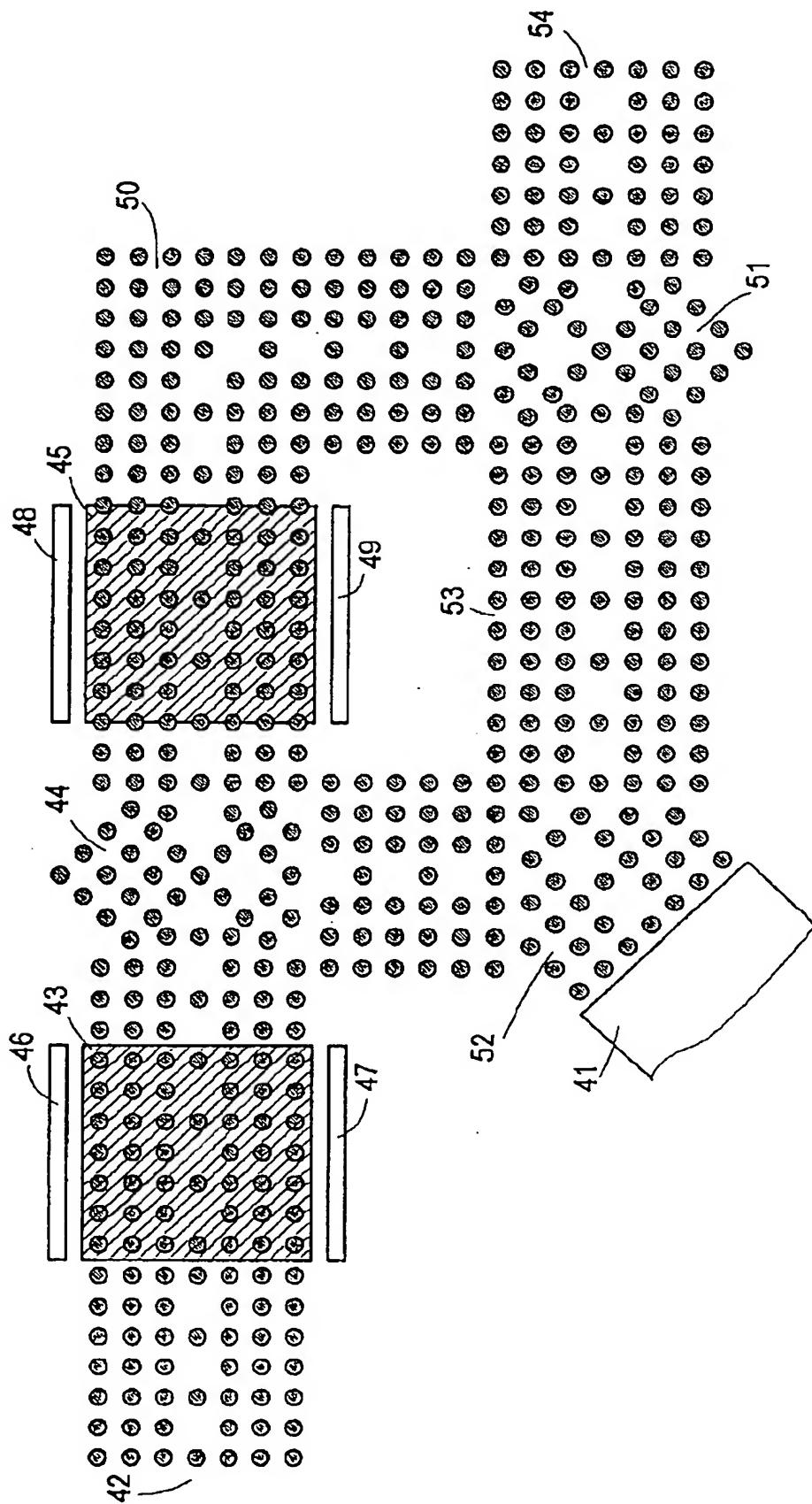


Fig.6

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**WRITTEN AMENDMENT**

[Procedure revision] The 8 1st term of Article 184 of Patent Law

[Filing Date] August 5, Heisei 11 (1999. 8.5)

[Proposed Amendment]

**CLAIMS**

1. It is Arranged SHIRIJIUMU Substrate and on it, and is One or Photon beyond it.  
an optical integrated circuit with a waveguide with crystal -- it is -- each time -- one pin -- or  
The element (14) which becomes photon crystal is formed of one hole, and they are light.  
The optical accumulation time characterized by being slanting at the shaft and being arranged in parallel  
mutually  
Way.  
2. Other Waveguides are Designed as a Striped Waveguide (3 4), and They are Stripes in that Case.  
The insulating layer (2) is prepared between the waveguide (3 4) and the SHIRIJIUMU substrate (1).  
The photon crystal is the flat surface for the lower part of the bottom interface of a waveguide (3 4),  
The collection of light according to claim 1 characterized by being extended to the up interface of a  
waveguide (3 4)  
Product circuit.  
3. Pin of Dielectric Constant with Expensive Element of at Least One Photon Crystal (14)  
it is -- they become the form of a two-dimensional periodic lattice, and are arranged -- the description  
An optical integrated circuit given in any 1 term of claim 1 to carry out or claim 2.  
4. One in which Element of at Least One Photon Crystal Has High Dielectric Constant  
It is the hole of the low dielectric constant in a stereo, they become the form of a two-dimensional periodic  
lattice, and it is \*\*.  
Light given in any 1 term of claim 1 characterized by \*\*(ing), or claim 2  
Integrated circuit.  
5. In Field of Photon Crystal, Lower Twist of Waveguide (3 4) is Also PI with Small Reinforcement.  
Optical accumulation according to claim 3 characterized by N (6 14) being in an insulating layer (2)  
Circuit.  
6. Pin is Optical Accumulation According to Claim 3 Characterized by being on SHIRIJIUMU Substrate.  
Circuit.  
7. Non-linear Optical Material is Filled in Space between Pins, and it is Field Electrode.  
The refractive index of a non-linear optical material can be adjusted with the electrical potential difference  
which lasted to 49 from 46.  
An optical accumulation time given in any of claim 3 characterized by things, claim 5, or claim 6 they are  
Way.  
8. Claim to which Pin (14) thru/or Hole are Characterized by being Slanting to Optical Axis  
An optical integrated circuit given in any 1 term of 1 to claim 7.  
9. Photon to which Light of Various Wavelength Fields Discharged on Side Face is Parallel -- Crystal  
Any 1 term of claim 1 to claim 8 characterized by the ability to converge in a \*\*\*\*\* location  
It is alike and is the optical integrated circuit of a publication.  
10. Light of Various Wavelength Fields Discharged on Side Face is Parallel Photon Crystal.  
Claim 8 or the claim characterized by converging in various locations of 37 and 38  
An optical integrated circuit given in any of a term 9 they are.

[Translation done.]